CHEKROUNI ABIR :)

Rayonnement Électromagnétique

I ntroduction :

* le Champ électromagnétique résulte de l'intéraction du champ électrique généré par une charge électrique en tout point du milieu ext, et un champ magnétique résultant du mouvement de cette charge

* les radiations particulaires représentées par les particules α, β, γ.. émises par une matière radioactive (uranium, plutonium, cobalt..).

la lumière est un rayonnement électromagnétique visible.

Définition :

C'est la propagation simultanée d'un champ électrique $\vec{E}$ et d'un champ magnétique $\vec{B}$ qui vibrent à la même fréquence.

$\vec{E}$ et $\vec{B}$ sont en tout point de l'espace à tout instant perpendiculaire et ils sont sinusoïdaux.

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \times \sin(\omega.t \pm \varphi)$$

$$\vec{M} = \vec{M}_0 \times \sin(\omega.t \pm \varphi).$$

élongations initiales — pulsation — phase initiale

La propagation de l'onde électromagnétique peut se faire dans tous les milieu même dans le vide. L'onde sonore ne peut se propager que sur un support matériel.

$$C = 3.10^8\ m/s$$

Célérité de la lumière : vitesse de l'onde électromagnétique dans le vide

Elle dépend du temps et de l'espace:

Paramètres temps:

* La période T (s):

Le temps nécessaire pour que le phénomène se reproduise.

* La fréquence f (Hz):

Le nombre de phénomène par unité de temps.

* La pulsation ω (rad/s):

vitesse angulaire du mouvement.

Ils ne dépendent pas de l'indice du milieu extérieur

$$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$$

Paramètres espaces:

* La longueur d'onde λ (m):

L'espace nécessaire pour que le phénomène se reproduise.

* Le nombre d'onde σ (m^{-1}):

nombre de phénomène par unité d'espace.

* Le module du vecteur d'onde K (rad/m):

la vitesse angulaire du mouvement par unité d'espace.

Ils varient en fonction de l'indice du milieu extérieur.

$$\lambda = \frac{1}{\sigma} = \frac{2\pi}{K}$$

Vitesse de propagation :

$$V = \frac{\lambda}{T} \ (m/s)$$

Dans le vide elle est Cte

$$C = \frac{\lambda_0}{T} \ (m/s)$$

* Indice de réfraction :

$$n = \frac{C}{V}$$

* La longueur d'onde dans un milieu transparent :

$$n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$$

λ est maximale dans le vide

* le nombre d'onde dans un milieu d'indice n.

$$n = \frac{\sigma}{\sigma_0}$$

σ ↗ en fonction de n

$$\lambda = \frac{V}{f} \qquad \lambda_0 = \frac{C}{f}$$

λ dépend du milieu dans lequel se propage l'onde

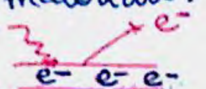
* le module du vecteur d'onde dans un milieu d'indice n :

$$n = \frac{K}{K_0}$$

K ↗ en fonction de n

Effet photoélectrique :

c'est la capacité de la lumière à arracher un é de la matière lorsque elle éclaire ce matériau.



Théorie des Quanta :

- la lumière est constituée de grains (ou particules) : Photons
- Ces particules : Energie accumulée en paquets ⇒ les Quantas
- Chaque Quantum : Quantité d'énergie E.

Einstein : la lumière est composée de petits grains (photons), chaque photon transporte avec lui une énergie (Quantum) qui est partiellement transmise à l'e⁻ qui va être éjecté avec une Energie cinétique

Le Photon :

Pour expliquer l'apparition des e⁻ (l'effet photoélectrique), Einstein associe à l'onde électromagnétique un corpuscule (Photon) en lui attribuant le Quantum d'énergie défini par Planck.

Le photon est assimilé à un grain d'énergie, sans support matériel (de masse nulle). Il accompagne l'onde électromagnétique (à la vitesse c) il est caractérisé par :

▸ Energie :

$$E_n = h.f \qquad E_n = h.\frac{c}{\lambda_0}$$

$$E_{onde} = \frac{12400}{\lambda} \; \frac{(ev)}{(Å)} \quad (\text{vide } v = c)$$

▸ Une masse exclusivement dynamique

$$m = \frac{E_n}{c^2} \qquad h = 6{,}6.10^{-34}$$

▸ Une Quantité de mouvement

$$P = \frac{E_n}{C} \qquad P = \frac{h}{\lambda}$$

$$1\,ev = 1{,}6.10^{-19}\,J$$

- La propagation des ondes radioélectriques s'explique par la Théorie ondulatoire de MAXWELL.

⇒ Rayons X, γ : aspect corpusculaire

⇒ Radiations visible (UV, infra rouge) on peut considérer l'un ou l'autre selon l'étude.

Classification des ondes électromagnétiques :



Rayonnement

Particulaire

$$\beta = \frac{v}{c}$$

Une particule possède une masse et selon sa vitesse je l'appelle classique ou relativiste.

Particule classique :

- masse au repos m_0
- énergie au repos :

$$E_0 = m_0 c^2$$

- Energie cinétique

$$E_c = \frac{1}{2} m_0 v^2 \quad \text{(calculée)}$$

- Quantité de mouvement

$$p = m_0 v$$

- longueur d'onde

$$\lambda = \frac{h}{p}$$ (Qd elle se comporte comme une onde)

Particule relativiste :

- new masse : masse cinétique

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

- Energie totale :

$$E = m \cdot c^2$$

$$E_t = E_0 + E_c \quad (E_0 = m_0 c^2)$$

Energie totale

- Quantité de mouvement

$$p = m \cdot v$$

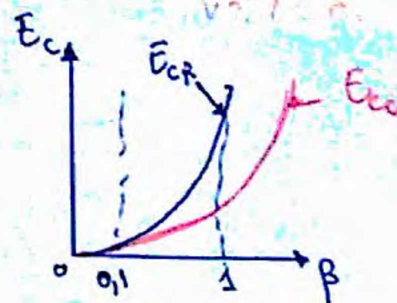
- longueur d'onde :

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

- Energie cinétique :

$$E_c = E - E_0$$

$$E_c = \left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1\right) \cdot E_0$$



$\beta < 0{,}1 \Rightarrow$ Particule classique

$\beta > 0{,}1 \Rightarrow$ Particule relativiste.

$\frac{E_c}{E_0} < \frac{1}{200}$ ⇒ Particule classique

$\frac{E_c}{E_0} > \frac{1}{200}$ ⇒ Particule relativiste

$$E^2 = m_0^2 \cdot c^4 + p^2 \cdot c^2$$

$$P = \beta \cdot \frac{E}{C}$$

Relativiste : E

Classique : E_0

Photon $\beta = 1$ (V = C!!)

$E_{0_{e^-}} = 0{,}511$ Mev.

$E_{0_p} = 938$ Mev

$E_{0_N} = 939$ Mev.

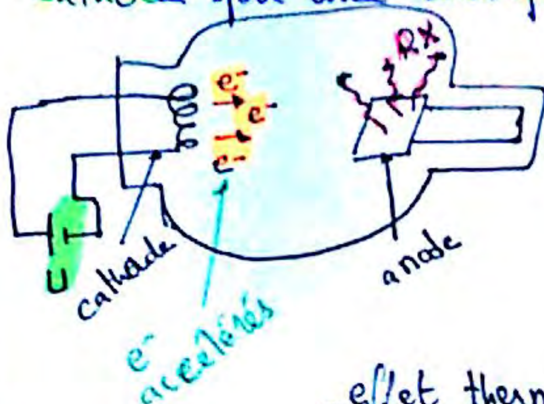
Rayonnement "X"

Introduction : $\Phi = \sum N_i \cdot E_i$

- C'est un rayonnement électromagnétique $\lambda \in [0{,}1 \text{ Å} ; 100 \text{ Å}]$, donc très pénétrant.
- C'est un rayonnement ionisant.
- Ils sont produits par la transition électronique.

Tube de COOLIDGE :

l'émission des rayons X est obtenue en bombardant une cible (anode) par un faisceau d'e⁻ accélérés dans le vide obtenus en chauffant la cathode par une une forte ddp.



- effet thermique

Ce qui provoque :
- Échauffement de la cible.
- Émission de RX.

⇒ Système de refroidissement

e⁻ accéléré possède une énergie qui sera convertie en :
- 99% chaleur ($\nearrow U_i$).
- 1% rayonné sous forme de RX.

* Il y a perte d'énergie.

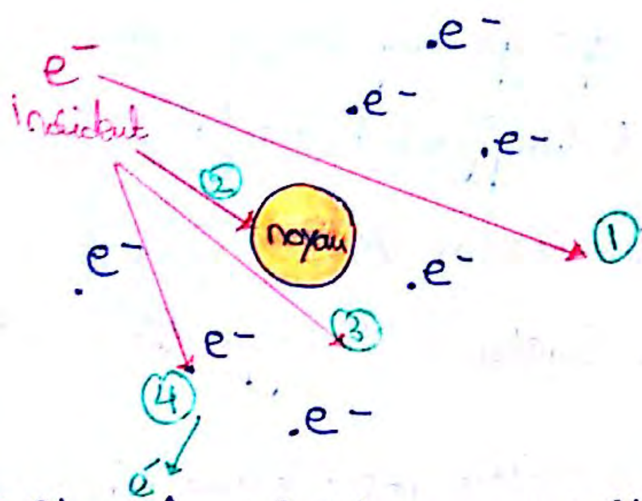
Il y a 2 types d'interactions :

* e⁻ – e⁻.
* e⁻ – noyau.

Lors de l'interaction de l'e⁻ avec la matière, l'énergie varie entre 0 (pas d'interaction) et E_{c_A} (énergie de l'e⁻)

! Tous les e⁻ arrivent au niveau de l'anode avec une énergie E_{cA}

Scanned by CamScanner



② Choc frontal (freinage total)

l'e⁻ perd toute son énergie

donc $E_{photon} = E_{max} = E_{c_A} = eU$

$E_{c_A} = eU$ ← ddp

interaction e⁻ – noyau cible

énergie de l'e⁻ ; charge de e⁻

* Ça produit plus de chaleur que de RX.

→ Origine du spectre continu est le freinage des e⁻.

Ce qui correspond à une longueur d'onde limite λ_0.

$$\lambda_0 = \frac{hC}{E_{c_A}}$$

① l'e⁻ passe dans le vide et donc n'interagit pas avec la matière" (choc très éloigné)

⇒ il garde son énergie.

③ l'e⁻ passe à côté du noyau et est attiré par la charge positive ⇒ e⁻ dévié qui perd une partie de son énergie.

④ l'e⁻ accéléré (incident) entre en collision avec l'un des e⁻ de l'atome

l'e⁻ incident change de vitesse et de trajectoire et l'e⁻ percuté est éjecté

~o~

. Après l'arrachement de l'e⁻ cible, l'e⁻ résiduel est dans un état excité, le retour à l'état fondamental se produit par des transitions électroniques.

Une émission de photon accompagne ces transitions :

$$E_{RX} = W_f - W_i$$

- E_{RX} : énergie du photon émis
- W_f : énergie de liaison du niveau électronique f
- W_i : énergie de liaison du niveau électronique i

Le Spectre continu en longueur d'onde :

- Equation du spectre :

$$\frac{d\phi}{dE} = KIZ(E_{cA} - E)$$

. Puissance du rayonnement :

$$\phi = \frac{1}{2} K I Z U^2$$

(K : constante ; I : intensité du courant ; Z : numéro atomique)

. Rendement :

Puissance fournie $P_é = UI$ → $\Phi = \rho UI$; → $P_{chaleur} = (1-\rho) UI$

$$\rho = \frac{1}{2} K Z U$$

$$P_{ch} \cdot t = m \cdot C \cdot \Delta\theta$$

(m : kg ; C : J/kg·°C ; Δθ : °C)

Le spectre discret ou spectre de raies

Lors d'une transition électronique la conservation du moment cinétique impose des conditions sur les nombres quantiques.

$$\begin{cases} \Delta n > 0 \\ \Delta l = \pm 1 \\ \Delta j = 0 \text{ ou } \Delta j = \pm 1 \end{cases}$$

$$j = |l + s|$$

- l'e⁻ ne peut transiter dans une même couche principale.
- l'e⁻ ne peut transiter d'une orbitale vers une autre de même nature.
- l'e⁻ ne peut transiter vers une orbitale de même spin.